

Dominique Meeùs, Jean Pestieau

Over de ontdekking van het Higgs-deeltje

Al het maatschappelijke leven is in wezen praktisch. Alle mysteries die de theorie tot mysticisme verleiden, vinden hun rationele oplossing in de menselijke praktijk en in het begrijpen van deze praktijk.[\[1\]](#)

In memoriam Ludo Martens (1946-2011)[\[2\]](#)

Op 4 juli 2012 heeft de Europese Organisatie voor atoomonderzoek (CERN[\[3\]](#)) te Geneve een bericht de wereld ingestuurd dat in de geschiedenisboeken zal komen: “De proefnemingen van CERN-experimenten nemen een deeltje waar waarvan de kenmerken in overeenstemming zijn met het zo lang verwachte boson van Higgs.”[\[4\]](#)

Om de massa te verklaren van deeltjes die een massa bezitten hebben Robert Brout en François Englert van de Université libre in Brussel (ULB) in 1964 een mechanisme voorgesteld dat later het “mechanisme van Higgs” werd genoemd.[\[5\]](#) Dit mechanisme werd gelijktijdig voorgesteld door Peter Higgs van Universiteit van Edinburg en zijn naam werd weerhouden om het mechanisme te benoemen en het deeltje dat er bij hoort, het boson van Higgs.

Onder het “standaardmodel” verstaat men de nauwkeurigste en de compleetste theorie die ooit werd uitgewerkt om de fundamentele wisselwerkingen in de natuur te begrijpen.[\[6\]](#) Het mechanisme van Higgs is een essentieel onderdeel van het standaardmodel. Het toont hoe de wisselwerking over zeer kleine afstanden verloopt tussen elementaire deeltjes. De zwakke kernkracht is verantwoordelijk voor meerdere vormen van radioactief verval. De elektromagnetische kracht oefent een wisselwerking uit over grote afstanden (oneindig bereik). Het mechanisme van Higgs toont dat deze krachten een gemeenschappelijke oorsprong kunnen hebben.

Sheldon Glashow, Abdus Salam en Steven Weinberg, fysicatheoretici, werkten in 1973 een theorie uit die de elektromagnetische en zwakke kernkracht verenigde. Ze hebben er de Nobelprijs voor gekregen in 1979. Het bestaan van W- en Z-deeltjes (bosonen met massa) werd door deze theorie voorspeld. In 1983 werden deze deeltjes in het CERN ontdekt en de onderzoekers Carlo Rubbia en Simon van der Meer kregen er het jaar nadien de Nobelprijs voor.

In het artikel van professor Matt Strassler, “Waarom het Higgs-deeltje belangrijk is” worden de ideeën aan de basis van het mechanisme van Higgs, vollediger ontwikkeld. Hier belichten we enkele punten over de ontdekking van 4 juli 2012.

We kennen vandaag nog maar de allereerste aspecten van deze nieuwe massawisselwerking uitgeoefend door het Higgs-deeltje. De CERN-mededeling van 4 juli sluit trouwens af met volgende woorden: “De formele bepaling van de kenmerken van het nieuwe deeltje zal veel tijd vergen en een groot aantal gegevens vereisen. Maar wat ook de eigenschappen van het boson van Higgs zijn, we staan op het punt een grote stap vooruit te zetten in ons inzicht in de fundamentele structuur van de materie.”

Tabel van elementaire deeltjes

Fermionen				Bosonen	
Quarks	u up	c charm	t top	g gluon	Dragers van de interactiekrachten
	d down	s strange	b bottom	γ foton	
Leptonen	ν_e neutrino e	ν_μ neutrino μ	ν_τ neutrino τ	W boson W	
	e elektron	μ muon	τ tau	Z boson Z	
				H boson van Higgs	

Quarks en leptonen zijn fermionen

Ieder fermion (quark of lepton) heeft ook een overeenstemmend antideeltje. Zo heeft het elektron een tegendeeltje, het positron met een tegenovergestelde elektrische lading. Toch is het niet onmogelijk dat de neutrino's van elke type, met een elektrische lading gelijk aan nul, elkaars eigen tegendeeltje zijn.

De quarks verschijnen in drie varianten (kleuren genoemd). Zo verschijnt de quark u in deze drie varianten.

Bosonen zijn de dragers van de interactiekrachten

De gluonen verschijnen in acht verschillende varianten. Ze zijn de dragers van de sterke kernkracht waaraan alleen de quarks gevoelig zijn.^[7]

Alle fermionen, behalve de neutrino's, zijn gevoelig voor de elektromagnetische kracht die door het foton wordt gedragen.^[8]

Alle fermionen zijn gevoelig voor de zwakke kernkracht die door de Z - en W -bosonen wordt gedragen.^[9]

Noteren we ook nog dat alle elementaire deeltjes, fermionen en bosonen, gevoelig zijn voor de zwaartekracht die door het graviton wordt gedragen, een nog niet ontdekt boson.

De enige deeltjes met een massa gelijk aan nul (ongevoelig voor het mechanisme van Brout-Englert-Higgs) zijn de fotonen, de acht gluonen en het graviton.

Van de theorie naar het experiment (praktijk)

Het CERN is een openbaar multinational bedrijf met een Europese kern. De organisatie legt zich toe op fundamenteel onderzoek.^[10] Twintig Europese landen zijn er lid van, ondermeer Duitsland, Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk en Italië. De wetenschappelijke successen als collectieve onderneming verhinderen tot nog toe misplaatste rechtstreekse interventies van staten en multinationale bedrijven. In tegenstelling tot heel wat onderzoeksinstellingen in de Verenigde Staten is het CERN niet verbonden met het militair-industrieel complex, geheimhouding en brevetten. Dat blijkt uit haar stichtingsverklaring: "De Organisatie verzekert de samenwerking tussen Europese staten op het vlak van zuiver wetenschappelijk en fundamenteel onderzoek en voor ander onderzoek dat hiermee een wezenlijk verbonden is. De Organisatie onthoudt zich van elke activiteit met militaire doeleinden en de resultaten van haar wetenschappelijk en theoretisch werk worden gepubliceerd of op een andere wijze algemeen toegankelijk gemaakt."^[11]

De natuurkundigen en hun instituten, of het nu om staten gaat of niet, zijn verantwoordelijk voor de financiering, de realisatie en de benutting van de experimenten waaraan ze meewerken. Het CERN investeert een belangrijk deel van haar begroting in de bouw van nieuwe deeltjesversnellers zoals de Large Hadron Collider (LHC) en het draagt slechts gedeeltelijk de kosten van de experimenten.

Het CERN stelt ongeveer 2.400 personen tewerk. In samenwerking met zijn partners van over de hele wereld werkt en bouwt het wetenschappelijke en technisch personeel van het laboratorium de deeltjesversnellers uit en staat het in voor het correct functioneren ervan. Het draagt ook bij aan de voorbereiding en uitvoering van de ingewikkelde wetenschappelijke experimenten en aan de analyse en de interpretatie van de resultaten.

Zowat 10.000 wetenschappers-bezoekers, of de helft van de fysici die zich wereldwijd toeleggen op de deeltjesfysica, komen naar het CERN om onderzoek te verrichten. 608 universiteiten of onderzoeksinstituten en 113 nationaliteiten zijn er vertegenwoordigd.

Een organisatie als het CERN kan niet werken zonder een planning die meerdere generaties overspant. De idee van de LHC is gelanceerd in het midden van de jaren tachtig. De bouw ervan duurde van 1998 tot 2008. (Tegelijkertijd werden ook vier grote detectoren gebouwd.) De conceptie ervan ging dus nog vooraf aan de in werking stelling van zijn voorganger, de Large Electron-Positron Collider (LEP of grote elektron-positronbotser). Hij startte op begin 1989 en werd gesloten in 2000 na het behalen van uitermate precieze resultaten die een stevige experimentele basis hebben gegeven aan het standaardmodel, zonder daarbij het boson van Higgs te rekenen.

In december 2011 werd aangekondigd dat het niet onmogelijk was dat er een deeltje met gelijkaardige eigenschappen als die van het boson van Higgs bestaat met een massa gelijk aan 125-126 GeV[12]. Tussen december 2011 en de bekendmaking van de ontdekking op 4 juli 2012 werd een fantastisch collectief werk geleverd. Tientallen voorstellen werden gedaan door de basis en gecentraliseerd op het gepaste niveau en in de praktijk omgezet om de prestaties van de LHC en de CMS- en ATLAS-detectoren te verbeteren.[13] Een dergelijk succes vereist twee voorwaarden.[14] Eerst en vooral moet alle persoonlijke kennis, intuïtie en wilskracht verenigd worden. Vervolgens zijn er kolossale middelen nodig, – we spreken hier over miljarden euro - om dergelijke wetenschappelijke experimenten tot een goed eind te brengen. Die middelen komen uit de belastingen die door honderden miljoenen werkende mensen in de hele wereld betalen.

Fundamenteel onderzoek en imperialisme

Het experiment werpt ook een licht op uiteenlopende aspecten van de betrekkingen tussen Europa en de Verenigde Staten op het vlak van onderzoek en de verschillende houding die Europa en de Verenigde Staten aannemen op dit vlak.

De onderlinge relaties worden natuurlijk gekenmerkt door zowel samenwerking als concurrentie. Talrijke Amerikaanse onderzoekers doen mee aan de werkzaamheden van het CERN en de Verenigde Staten hebben in 1997 het statuut van waarnemer bekomen. De VS-politiek heeft nochtans lange tijd de voorrang gegeven aan zuiver nationale instrumenten.

De Europese Unie heeft ongetwijfeld imperialistische doelstellingen. Maar ze zijn op dit ogenblik bedeesder en minder militair dan die van de VS. De leidende kringen in de VS zitten verstrikt in een tegenstelling. Enerzijds willen ze erover opscheppen dat ze aan de top staan van het wetenschappelijk onderzoek, maar anderzijds willen ze tegelijkertijd hun militair overwicht en overheersing over een deel van de wereld in standhouden. En dat kost handenvol geld. De Tevatron, een krachtig instrument van het Fermilab, werd in 1983 in gebruik genomen maar heeft in september 2011 de deuren moeten

sluiten.^[15] De bouw van de SSC (Superconducting Super Collider), waarin de VS alle hoop had gevestigd om als eerste het boson van Higgs te ontdekken, werd beslist in 1988, opgestart in 1991 en stilgelegd door het Congres in 1993.

Het CERN kenmerkt zich, in tegenstelling hiermee, als internationaal, niet commercieel en niet militair. De LHC werd gebouwd vanaf 1998 en in dienst genomen in 2008. Op 4 juli 2012, relatief kort na de ingebruikname, boekte hij al een uitermate belangrijk resultaat.

In een opmerkelijk artikel over het boson van Higgs^[16], lijkt Steven Weinberg, een van de spilfiguren in de uitwerking van het standaardmodel, de wetenschap in de bedenkelijke buurt van de oorlog te plaatsen: “Men kan dit soort uitgaven verdedigen, zelfs diegenen die zich niet bekommeren om het begrijpen van de natuurwetten. De ultieme grenzen verkennen van onze kennis van de natuur is in zekere zin als een oorlog: dat duwt de moderne technologie naar zijn limieten en mondt dikwijls uit in nieuwe technologie van groot praktisch belang.” Men moet veronderstellen dat Weinberg deze technologische gevolgen liever wenst te bekomen door wetenschap dan door oorlog. De waarde van het fundamentele onderzoek kan nochtans ook op zichzelf worden verdedigd en het CERN toont dat men dit onderzoek op een andere manier kan verrichten.

Dat is het standpunt van François Englert, een van de bedenkers van het mechanisme van Brout-Englert-Higgs: “Zien [dat tienduizenden personen samenwerken aan de ontdekking van het boson van Higgs] geeft mij een fantastisch gevoel. Het geeft me van tijd tot tijd de indruk dat er in de menselijke natuur iets zit dat niet deelneemt aan de collectieve ramp waar we soms lijken op af te stevenen. (...) Vijftig nationaliteiten zonder probleem zien samenleven, elkaar onderling helpen, ver van een wereld die er slecht aan toe is, dat is heel hartverwarmend. Men zou, ik lanceer hier de idee, de Nobelprijs voor de vrede moeten toekennen aan het CERN. Het verdient het zeker en vast. Naast de buitengewone technologische ontwikkeling die werd gerealiseerd is er het formidabele beeld van vereniging van de mensheid.”^[17]

Dominique Meeùs (dominique bij d-meeus.be), is doctor in de wetenschappen (wiskunde) en verbonden aan het Instituut voor Marxistische Studies. **Jean Pestieau** (jean.pestieau bij gmail.com) is professor-emeritus in de fysica (UCL).

Noten

^[1] K. Marx, *Stellingen over Feuerbach*, 8^e stelling, 1845. <http://www.marxists.org/nederlands/marx-engels/1845/1845feuerbach.htm>.

^[2] Ludo Martens was voorzitter van de Partij van de Arbeid van België van 1979 tot 2008. De revolutionaire moraal zag hij als een kracht in handen van de onderdrukten, gebaseerd op de wetenschappelijke kennis van de wereld en op revolutionair optimisme.

^[3] CERN was oorspronkelijk een afkorting voor *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire* (Europese Raad voor Kernonderzoek). Bij de oprichting in 1954 koos men als naam “Europese organisatie voor kernonderzoek”. Men blijft naar de instelling verwijzen met het oorspronkelijke letterwoord. Tegenwoordig duidt men het CERN ook aan als “Europees laboratorium voor deeltjesfysica”.

^[4] CERN, Persmededeling. <http://press.web.cern.ch/press/pressreleases/Releases2012/PR17.12f.html>.

[5] De inertie of traagheid van een lichaam wordt gevormd door haar verzet tegen een verandering van snelheid (versnelling). De inertie hangt af van de massa van het lichaam: hoe groter het lichaam, hoe groter de kracht die nodig zal zijn om zijn beweging te veranderen. De term massa wijst twee grootheden aan die bij een lichaam horen: de ene meet de inertie van het lichaam (*de inerte massa*) en de andere de bijdrage van het lichaam aan de zwaartekracht (*gewicht*), bijvoorbeeld die van de aarde. De gelijkheid van twee grootheden is door onderzoek vastgesteld. Men identificeert ze dan. De massa speelt een rol in de beroemdste formule van de klassieke fysica (Newton): $\text{kracht} = \text{massa} \times \text{versnelling}$. De massa is hier een intrinsieke eigenschap van een lichaam, onafhankelijk van de externe omgeving. In het concept dat in 1964 werd ingevoerd en door de ontdekking van 4 juli 2012 bevestigd, is de massa van een elementair deeltje echter het resultaat van een wisselwerking van dit lichaam met het massawisselwerkingsveld, het veld van Brout-Englert-Higgs.

Een veld is een fysische realiteit die de hele ruimte inneemt en die op elk ogenblik en in elk punt een waarde heeft. Enkele voorbeelden: temperatuur, druk, dichtheid worden bepaald in elk punt in de tijd en in de ruimte. Zie ook J.-P. Kerckhofs en Jean Pestieau, "Licht en materie verklaard", *Marxistische Studies*, nr. 97, 2012, p. 75 e.v.

[6] Tot 4 juli 2012 werden vier fundamentele natuurkrachten vooropgesteld: de zwaartekracht (groot bereik), de elektromagnetische kracht (groot bereik), de zwakke kernkracht (klein bereik) en de sterke kernkracht. Sinds 4 juli is er nu ook de massawisselwerking uitgeoefend door het mechanisme van Higgs. Het standaardmodel betreft al deze krachten, uitgezonderd de zwaartekracht. Zie de tabel met de elementaire deeltjes.

[7] Deze kracht combineert over het algemeen quarks tot protonen, neutronen en kernen.

[8] Deze kracht verbindt de elektronen in de atoomkernen en maakt van atomen en moleculen onderscheiden eenheden.

[9] Deze kracht is verantwoordelijk voor de straling van neutrino's door de zon en kerncentrales.

[10] Over het CERN, zie [http:// public.web.cern.ch/public/Welcome.html](http://public.web.cern.ch/public/Welcome.html). Te lezen: Maurice Jacob, 2001, *Au cœur de la matière : La physique des particules élémentaires*, Odile Jacob, Paris. ISBN: 978-2-7381-0980-4. De pagina's 23 tot 28 worden geciteerd op <http://studies.d-meeus.be/wikindx3/index.php?action=resourceView&id=994>.

[11] Unesco, *Guide des archives...*, CERN.

Zie http://www.unesco.org/archives/sio/Fre/presentation_print_fr.php?idOrg=1003.

[12] 1 GeV is een miljard elektronvolt. Eén eV is de energieverandering die een vrij deeltje met een lading gelijk aan die van een elektron (de elementaire lading e) ondervindt wanneer het in een elektrisch veld een weg aflegt tussen twee punten die een onderling potentiaalverschil van 1 volt hebben. In deze eenheid worden de massa's van de zwaarste elementaire deeltjes gemeten zoals de W, Z, H en t. (Zie de tabel van de elementaire deeltjes).

[13] Over de CMS, zie [http:// cms.web.cern.ch/](http://cms.web.cern.ch/). Over ATLAS, <http://www.atlas.ch/>.

[14] De collectieve dimensie van het CERN-onderzoek wordt ook aangeraakt in Peter Mertens, *Op mensenmaat: Stof voor een socialisme zonder blauwe plekken*, EPO, Antwerpen, 2009, p. 214 e.v.

[15] *The Economist*, "So long, and thanks for all the quarks", 1 oktober 2011. <http://www.economist.com/node/21530946>.

[16] S. Weinberg, *The New York Times*, “Why the Higgs Boson Matters”, 13 juli 2012.
<http://www.nytimes.com/2012/07/14/opinion/weinberg-why-the-higgs-boson-matters.html>.

[17] *La Libre Belgique*, 4 juli 2012. <http://www.lalibre.be/societe/sciences-sante/article/747810/le-boson-devrait-lui-donner-le-nobel.html>.

[FR](#) || [EN](#)

- [Home](#)
- [Marxistische Studies](#)
- [Marxistische Universiteit](#)
- [Agenda](#)
- [Nieuwsbrief](#)
- [Contact](#)



Zoeken

- [in nr. 1-99 van *Marxistische Studies*](#)
- [in de overige inhoud](#)

Nieuwsbrief

Onze Nieuwsbrief houdt U regelmatig op de hoogte van al onze activiteiten, publicaties en promoties. [U kan hier inschrijven](#).

Abonneren

U kan zich [hier abonneren](#) op *Marxistische Studies* of losse nummers bestellen.

Nieuw

Marxistische Studies 109



Dossier

Nieuwe Belgische regering: een ontspoord veiligheidsbeleid en militaire avonturen

Kapitalisme versus klimaat, Naomi Kleins nieuwste boek
Daniel Zamora over Michel Foucault

[Meer lezen](#) - [Dit nummer kopen](#)

Marxistische Studies 108

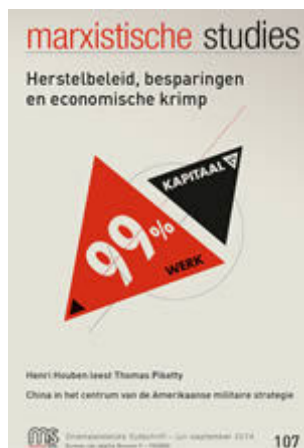


Pensioen en loon onder vuur
Weerwerk tegen rechts beleid

Het Rusland van Poetin - noch duivel noch heiland
Het productiemodel van Audi, versie Vorst

[Meer lezen](#) - [Dit nummer kopen](#)

Marxistische Studies 107



Herstelbeleid, besparingen en economische krimp

Henri Houben leest Thomas Piketty

China in het centrum van de Amerikaanse militaire strategie

[Meer lezen](#) - [Dit nummer kopen](#)

Marxistische Studies 106



Dossier

1914-1918: De Grote Klassenoorlog

Jean-Marie Chauvier over Oekraïne

Griekenland: Syriza en de sociaaldemocratische weg

[Meer lezen](#) - [Dit nummer kopen](#)

Marxistische Studies 105



Dossier: Dit Europa is niet het onze

Het recht op wonen, een andere kijk
Tewerkstelling en werkloosheid in Brussel
Innovatie in Vlaanderen: in dienst van competitiviteit

[Meer lezen](#) - [Dit nummer kopen](#)

Marxistische Studies 104



Dossier: Zin en onzin van het economisch regionalisme

Syrië: opstand of interventie?

Afrika en de groeiende agressiviteit van het Westen

Fire Gym: 30 jaar sport voor het volk

[Meer lezen](#) - [Dit nummer kopen](#)

Marxistische Studies 103



Dossier: Verkiezingen 2014: de inzet

Bpost op de beurs: S.O.S. !

Waarom de gevangenissen overbevolkt zijn

Participerende democratie in Cuba

Chili 1973: notities van een banneling

[Meer lezen](#) - [Dit nummer kopen](#)

Marxistische Studies 102



Dossier: Democratie onder toezicht

De-industrialisering, wat doe je er tegen?

Groene energie, een utopie?

De beste vijf slechte argumenten tegen de miljonairstaks

[Meer lezen](#) - [Dit nummer kopen](#)

Marxistische Studies 101